



# 部分容積効果および呼吸性移動による影響を補正したFDG-PET SUVmax(maximum standardized uptake value)の予後因子としての再評価:ファントムを用いた基礎的研究,およびI期非小細胞肺癌に対する定位放射線治療症例の解析

著者	山本 貴也
号	83
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医博第3292号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/58095">http://hdl.handle.net/10097/58095</a>

氏 名	やまもと たかや 山本 貴也
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学位授与年月日	平成 26 年 3 月 26 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項
研 究 科 専 攻	東北大学大学院医学系研究科 (博士課程) 医科学専攻
学位論文題目	部分容積効果および呼吸性移動による影響を補正した FDG-PET SUVmax (maximum standardized uptake value) の予後因子としての再評価：ファントムを用いた基礎的研究、 および I 期非小細胞肺癌に対する定位放射線治療症例の解析
論文審査委員	主査 教授 神宮 啓一 教授 齋藤 春夫 教授 石橋 忠司

## 論 文 内 容 要 旨

【背景と目的】がんを対象にした FDG (18F-fluorodeoxyglucose) -PET (Positron emission tomography) 撮影において、部分容積効果と呼吸性移動は SUVmax (Maximum standardized uptake value) に影響を与える。I 期非小細胞肺癌においてこの 2 つのアーチファクトによる影響を SUVmax から補正し、補正した SUVmax を用いて SBRT (Stereotactic body radiotherapy ; 体幹部定位放射線治療) 後の予後因子としての再評価を行った。

【対象と方法：】基礎的研究としてボディファントムを用いた FDG-PET の撮影を行った。ファントム内の各内径の球に FDG を満たし、さらにファントムを動体ステージに積載した。ファントムは全く動かさない場合と、呼吸を模して縦方向 (頭尾方向) に様々な振幅で動かす場合という条件で PET/CT の撮影を行った。この実験より得られた各内径・各振幅の球の SUVmax を用いて部分容積効果と呼吸性移動の影響を補正する近似式を算出し、SUVmax の補正に用いた。対象は東北大学病院にて 2005 年 3 月から 2011 年 1 月にかけて I 期非小細胞肺癌に対して SBRT にて治療を行った 75 症例 76 病変。SBRT は 48 Gy を 4 分割、60 Gy を 8 分割または 60 Gy を 15 分割の SBRT にて行った。年齢中央値は 78 歳、腫瘍径中央値は 2.2cm、UICC 第 7 版による T1a, T1b, T2a はそれぞれ 28, 33, 15 病変であった。予後因子の解析には Cox 比例ハザードモデルを用い、補正する前後の SUVmax と局所制御率に関して後ろ向きに検討を加えた。

【結果】SUVmax は、部分容積効果と呼吸性移動の補正を行うことにより中央値 6.2 から中央値 8.1 となった。全患者観察期間中央値は 36.8 か月、生存者観察期間中央値は 42.6 か月であった。3 年局所制御率、原病生存率、全生存率はそれぞれ 80%, 78%, 63%であった。単変量解析においては補正前 SUVmax、診断法 (病理学的診断、臨床診断)、腫瘍径、T 因子が局所制御に

(書式 1 2)

関連する有意な因子であったが、補正後の SUVmax には有意な関連は認めなかった。多変量解析においては腫瘍径が唯一の独立した予後因子であった。

【結論】部分容積効果と腫瘍の呼吸性移動を補正することによって、SUVmax の予後因子としての価値を低下させた可能性がある。SUVmax の予後因子としての有効性は限定的であり、I 期非小細胞肺癌に対する SBRT 後の最も重要な予後因子は腫瘍径であった。

## 審査結果の要旨

博士論文題目 .....部分容積効果および呼吸性移動による影響を補正した FDG-PET SUV<sub>max</sub>  
.....(maximum standardized uptake value) の予後因子としての再評価：ファントムを用  
いた基礎的研究，および I 期非小細胞肺癌に対する定位放射線治療症例の解析.....

所属専攻・分野名 .....医科学専攻 ..... 内科病態学講座放射線腫瘍学分野

氏名 .....山本 貴也.....

FDG (18F-fluorodeoxyglucose) -PET (Positron emission tomography) 撮影において，部分容積効果と呼吸性移動は SUV<sub>max</sub> (Maximum standardized uptake value) に影響を与える．本研究ではこの 2 つの影響を SUV<sub>max</sub> から補正する方法を考案し，補正した SUV<sub>max</sub> を用いて I 期非小細胞肺癌における SBRT (Stereotactic body radiotherapy；体幹部定位放射線治療) 後の予後予測因子としての再評価を行うことを目的とした．

まず基礎的研究としてボディファントムを用いた FDG-PET の撮影を行った．ファントム内の各内径の球に FDG を満たし，さらにファントムを動体ステージに積載し様々な振幅で動した状況で PET/CT の撮影を行った．この実験より得られた各内径・各振幅の球の SUV<sub>max</sub> を用いて部分容積効果と呼吸性移動の影響を補正する近似式を算出し，SUV<sub>max</sub> の補正に用いた．

予後因子解析には東北大学病院にて 2005 年 3 月から 2011 年 1 月にかけて I 期非小細胞肺癌に対して SBRT にて治療を行った 75 症例 76 病変を対象とした．SBRT は 48 Gy を 4 分割，60 Gy を 8 分割または 60 Gy を 15 分割の SBRT にて行った．年齢中央値は 78 歳，腫瘍径中央値は 2.2cm，UICC 第 7 版による T1a，T1b，T2a はそれぞれ 28，33，15 病変であった．予後因子の解析には Cox 比例ハザードモデルを用い，補正する前後の SUV<sub>max</sub> と局所制御率に関して後ろ向きに検討を加えた．

SUV<sub>max</sub> は，部分容積効果と呼吸性移動の補正を行うことにより中央値 6.2 から中央値 8.1 に有意に上昇した ( $P<0.0001$ )．全患者観察期間中央値は 36.8 か月，生存者観察期間中央値は 42.6 か月であった．3 年局所制御率，原病生存率，全生存率はそれぞれ 80%，78%，63%であった．単変量解析においては補正前 SUV<sub>max</sub> ( $P=0.0284$ )，診断法（病理学的診断，臨床診断， $P=0.0150$ )，腫瘍径 ( $P=0.0003$ ) が局所制御に関連する有意な因子であったが，補正後の SUV<sub>max</sub> には有意な関連は認めなかった ( $P=0.1574$ )．多変量解析においては腫瘍径が唯一の独立した予後因子であった ( $P=0.014$ )．

本研究は FDG-PET における部分容積効果と呼吸性移動による減衰の両方を補正し，SBRT の予後因子としての価値の再評価を行った初の報告である．この部分容積効果と呼吸性移動の補正によって，SUV<sub>max</sub> が有意な予後予測因子から有意な因子では無くなり，つまり予測因子としての価値を低下させた可能性が示された．SUV<sub>max</sub> の値をより正確にしたとしても予後因子としての有効性は限定的であることを明らかにしたことなどから有意義な研究であると言える．

よって，本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める．